

УДК 666.3.022

И. В. ПИЩ, Ю. А. КЛИМОШ, С. Е. БАРАНЦЕВА, А. Л. БЕЛАНОВИЧ

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ДЕКОРАТИВНО-ЭСТЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Белорусский государственный технологический университет

(Поступила в редакцию 27.05.2014)

Качество и уровень эксплуатационных характеристик строительных материалов различного назначения в современных условиях непременно повышаются, поскольку интенсивное развитие материаловедения, техники и технологии строительства, а также эстетические требования к зданиям и сооружениям изменяются и совершенствуются. Несмотря на обилие новых строительных материалов, керамический кирпич остается востребованным для возведения много- и одноэтажных зданий и сооружений, несущих и самонесущих перегородок, заполнения пустот в монолитно-бетонных конструкциях, кладках фундаментов, внутренней части дымовых труб промышленных и бытовых печей. Это обусловлено его высокой прочностью, износостойкостью, хорошей тепло- и звукоизоляцией, низким водопоглощением, быстрым высыханием, экологичностью, устойчивостью к природно-климатическим условиям (влага, ультрафиолетовое излучение, замораживание, оттаивание и др.). Однако существенный недостаток керамического кирпича – это возможность появления на лицевой поверхности высолов и выцветов, что не только снижает его морозостойкость и прочность, но и значительно ухудшает эстетичность зданий и сооружений. Кроме этого, могут возникнуть проблемы с цветовым тоном, если приобретаемый керамический кирпич выпускается различными производителями.

Цель работы – изучение возможности улучшения декоративно-эстетических и эксплуатационных характеристик керамического кирпича путем разработки покрытий двух типов: 1 – предотвращающего образование высолов и одновременно окрашивающего поверхность кирпича; 2 – гидрофобизирующего поверхность готовых изделий путем кольматации пор при сохранении теплоизоляционных свойств материала.

В настоящее время все более широкое распространение находит иерархическое моделирование технологических процессов получения различных видов продукции, составной частью которого, согласно основам технотоники [1], является создание структуры развития кластера (дендрограммы), позволяющей по-новому отнестись к совершенствованию и оптимизации технологического процесса получения керамического кирпича. Кластер объединяет любую группу объектов или явлений, в нашем случае стадий технологического процесса, которые составляют единое целое, т. е. процесс производства готовой продукции требуемого качества.

Для развития структуры кластера использовалось дерево целей – структурированный иерархический перечень, в котором цели более низкого уровня подчинены целям более высокого уровня и служат для достижения генеральной цели [1]. Построение дерева целей само по себе представляет методику разработки стратегии достижения поставленной генеральной цели. Выполнение исследований проводилось в соответствии со структурой кластера, развитие которого приведено на рис. 1. Каждая ветвь дерева целей представляет собой последовательные стадии технологического процесса, выполнение которых приводит к достижению генеральной цели – получению керамического кирпича с окрашенной поверхностью и улучшенными эксплуатационными свойствами.

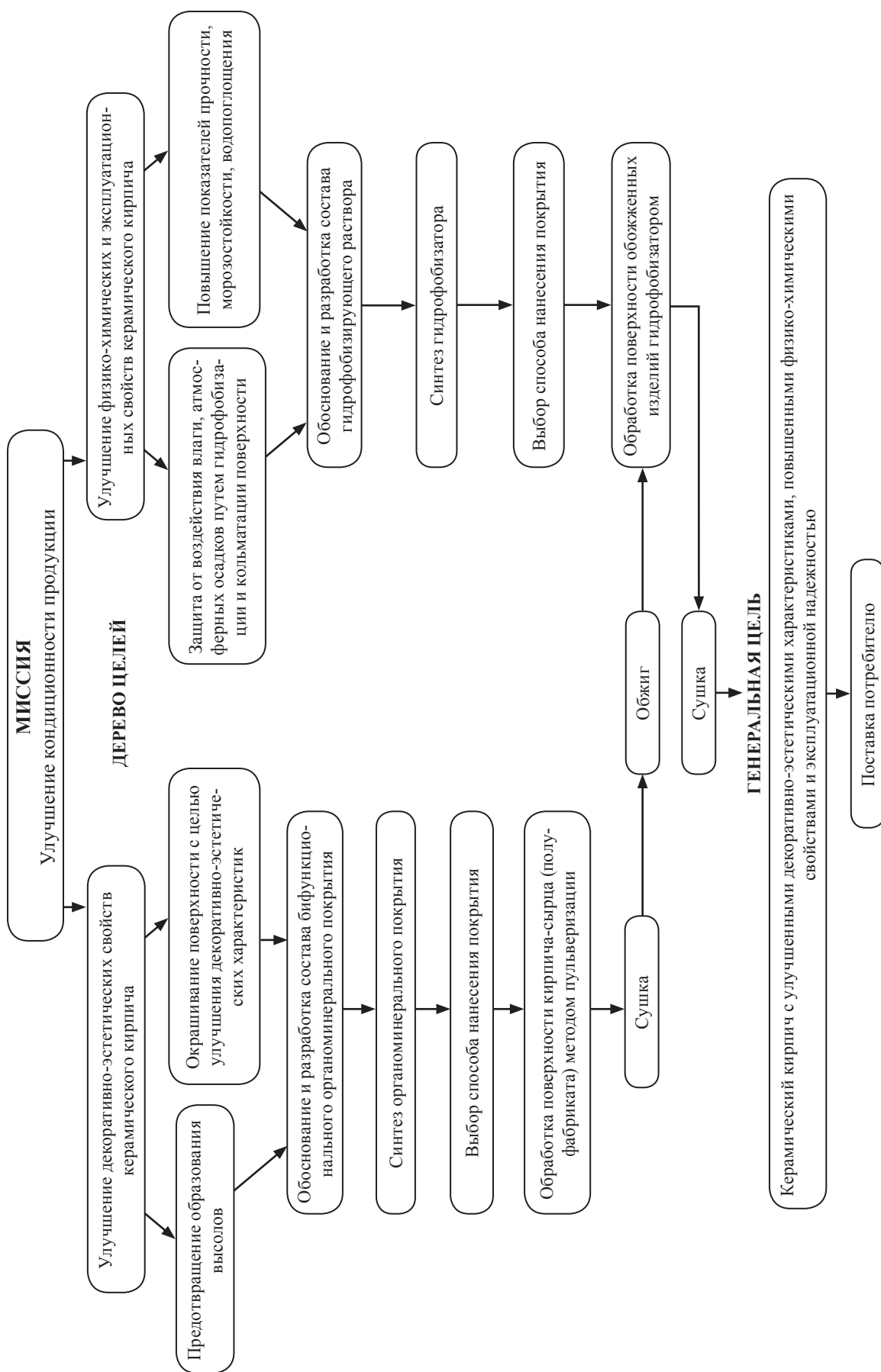


Рис. 1. Дендрограмма кластеризации

Предотвращение появления высолов (белесости) на керамическом кирпиче и других стеновых изделиях является весьма актуальной задачей, поскольку позволяет не только существенно облагородить поверхность, что особенно важно для строительной керамики облицовочного назначения, но и повысить их прочность, морозостойкость и коррозионную устойчивость [2]. Разработку состава бифункционального органоминерального покрытия первого типа для кирпича-сырца проводили для предотвращения образования высолов и выцветов, с одной стороны, и одновременного декорирования ложковой и тычковой поверхностей кирпича – с другой. В качестве основного компонента разрабатываемого состава использовали водную дисперсию карбоксилированного стирол-бутадиенового сополимера с нейтральным pH – Lipaton SB 5521 производства фирмы Polyar Latex.

Экспериментально установлено, что использование в качестве загустителя натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) марки CRT 10000 PV производства фирмы Waloc в количестве 0,5 % от массы состава позволило равномерно наносить его на обрабатываемую поверхность кирпича-сырца.

Согласно данным [3], в процессе сушки и обжига влага должна диффундировать через ложковые и тычковые грани кирпича-сырца как можно медленнее, так как они являются лицевой поверхностью в кирпичной кладке. Поэтому для усиления эффекта влагоотталкивания, особенно на начальных этапах сушки, в качестве добавки использовали гидрофобизирующую силан-силоксановую эмульсию Silres BS 1001. По полученным экспериментальным данным для дальнейших испытаний применяли состав для обмазки граней кирпича-сырца, содержащий (мас.%) дисперсию Lipaton 5521 – 10; силан-силоксановую эмульсию BS 1001 – 5; КМЦ CRT 10000 – 0,5; воду – 84. Водопоглощение обожженных образцов, обработанных исследуемым составом, при насыщении в течение 48 ч составляет в среднем 12,5 %, что свидетельствует о нейтральности его воздействия на этот показатель и соответствии требованиям, предъявляемым к керамическому кирпичу.

Дальнейшими экспериментальными исследованиями и визуальной оценкой состояния образцов установлено, что оптимальным составом для обработки ложковых и тычковых граней кирпича-сырца является состав покрытия, содержащий (мас. %) водную дисперсию Lipaton 5521 – 10, силан-силоксановую эмульсию BS 1001 – 5, натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы CRT 10000 PV – 0,5 и воду – 84,5.

Для усиления процесса высолообразования в керамическую массу, в частности глину, дополнительно вводили сульфат магния. Визуальная оценка образцов показала, что на кирпиче, обработанном органоминеральным покрытием, полностью отсутствуют признаки высолов и белесости, а на поверхности необработанного материала активно образуются солевые отложения, что резко ухудшает качество и эстетичность материала.

Таким образом, нами установлено, что благодаря комплексному использованию в составе покрытия дисперсии Lipaton 5521, силан-силоксановой эмульсии BS 1001 и натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы CRT 10000 PV достигается синергетический эффект усиления влагоизолирующих свойств кирпича в процессе сушки, предотвращения образования высолов и выцветов, а также обеспечения равномерного распределения и фиксации раствора на поверхности кирпича.

Для одновременного выполнения функции декорирования в разработанный состав органоминерального покрытия были добавлены различные окрашивающие компоненты (дубовый экстракт, железный купорос, охры в количестве 1–5 мас.%, которые после обжига изменяли цвет обработанной поверхности, придавая ей различные оттенки красно-коричневого цвета и тем самым обеспечивая керамическому кирпичу улучшенные декоративно-эстетические характеристики.

Наиболее доступным и экономически выгодным является применение в качестве окрашивающего пигмента охры, которая представляет собой природный кристаллический гидроксид железа (III) с примесью большего или меньшего количества глины [4]. Мы использовали охру насыщенного золотисто-желтого цвета с содержанием Fe_2O_3 80–85 %. В ходе эксперимента установлено, что при использовании минимального количества охры (до 1 мас.%) защитное покрытие сохраняет способность органоминерального раствора защищать поверхность керамического кирпича от высолов, однако интенсивность окрашивания невелика. При увеличении количества

охры в композиции до 3 мас.% цвет становится более интенсивным красно-коричневым, что позволяет эффективно декорировать кирпич в зависимости от требуемого цвета рабочей поверхности.

Для активизации процесса спекания, обеспечения адгезии и прочности сцепления формируемого слоя покрытия с керамической матрицей был применен стеклобой тарного стекла различного фракционного состава взамен силан-силоксановой эмульсии BS 1001. Определен оптимальный размер частиц стеклобоя – 50–60 мкм, что обеспечивает образование оплавленного равномерного поверхностного слоя. При более крупном фракционном составе стеклобоя на поверхности изделий появляются оплавленные частицы стекла различных размеров. Установлено, что рекомендуемым оптимальным содержанием стеклобоя в композиции является 10–20 мас.%.

Благодаря введению в состав композиции латекса Lipaton SB 5521 улучшается укрывистость наносимого покрытия, предохраняющего поверхность кирпича от внутренней диффузии щелочных и щелочноземельных ионов; стеклобой способствует спеканию пигмента с компонентами глины с образованием равномерно окрашенного покрытия красно-коричневого цвета. Подбор метода нанесения покрытия (пневматизация, обработка кистью или валиком, окунание) показал, что наиболее эффективным и доступным методом является пневматизация (распыление сжатым воздухом).

Опытно-промышленные испытания, проведенные на ОАО «Керамика» (г. Витебск), показали, что использование разработанного покрытия предотвращает образование высолов, улучшает прочность керамического кирпича на 2–3 %, снижает водопоглощение до 13,0 %, уменьшает теплопроводность на 25–30 %, придает поверхности кирпича благородный красно-коричневый цвет.

Таким образом, каждый составляющий компонент вносит определенный вклад в процесс формирования бифункционального покрытия керамического кирпича-сырца, обеспечивающего защиту от высолов и выцветов, а также интенсивное равномерное окрашивание рабочей поверхности керамического кирпича.

Гидрофобизация строительных материалов и сооружений позволяет не только увеличить сроки эксплуатации, но и существенно снизить энергетические затраты на поддержание требуемого температурного режима в помещениях зданий, а также уменьшить материальные затраты на проведение текущих ремонтов и других видов работ. Защитить здание от влаги можно с помощью самых различных материалов – пластика, краски, лака, водозащитных мастик и т. д., но это практически всегда приводит к изменению внешнего вида конструкций, поэтому рекомендуется использовать специальные составы – гидрофобизаторы [5].

При разработке состава покрытия второго типа, предназначенного для поверхностной обработки обожженных изделий, экспериментальными исследованиями установлено, что оптимальным является состав гидрофобизирующего раствора, содержащего (мас.%) кальцийцинкборфосфатное связующее (CaZnBP) – 40; алюминий азотнокислый 9-водный ($\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) – 4; силан-силоксановую эмульсию Tego Phobe 6600 – 5; воду – 55.

Хорошая адгезионная способность и водозащитные свойства керамических образцов подтверждены состоянием жидкости (воды) на обработанной гидрофобизатором и необработанной поверхности, что хорошо иллюстрируется на рис. 2.

Положительное влияние гидрофобизатора на состояние поверхности подтверждается результатами электронно-микроскопического анализа (рис. 3). На рис. 3 четко видна разница структуры поверхности обработанного и не обработанного раствором участков. Наблюдается довольно четкая граница раздела, отмеченная сплошной линией. Характерно, что пористость обработанной гидрофобизатором поверхности значительно уменьшается за счет коагуляции пор меньшего размера и соответственно снижения общей пористости обработанной поверхности, что, в конечном итоге, приводит к повышению водоотталкивающей способности поверхности кирпича.

Методом электронной микроскопии установлено, что гидрофобизирующий раствор оптимального состава имеет глубину проникновения в керамическую основу 250–400 мкм, при этом коагулируется значительное количество пор различного размера.

Положительное влияние гидрофобизации на механические свойства подтверждено испытаниями некоторых видов керамического кирпича, в частности ОАО «Керамин» (г. Минск), ОАО «Керамика» (г. Витебск), КУП «Лоевский комбинат строительных материалов». Установлено,

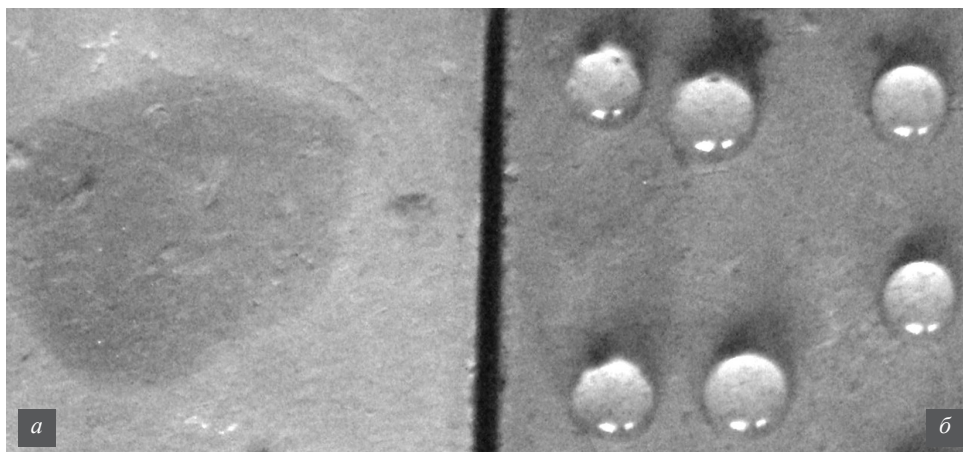


Рис. 2. Влагозащитные свойства поверхности обожженного кирпича: не обработанного (а) и обработанного (б) гидрофобизатором

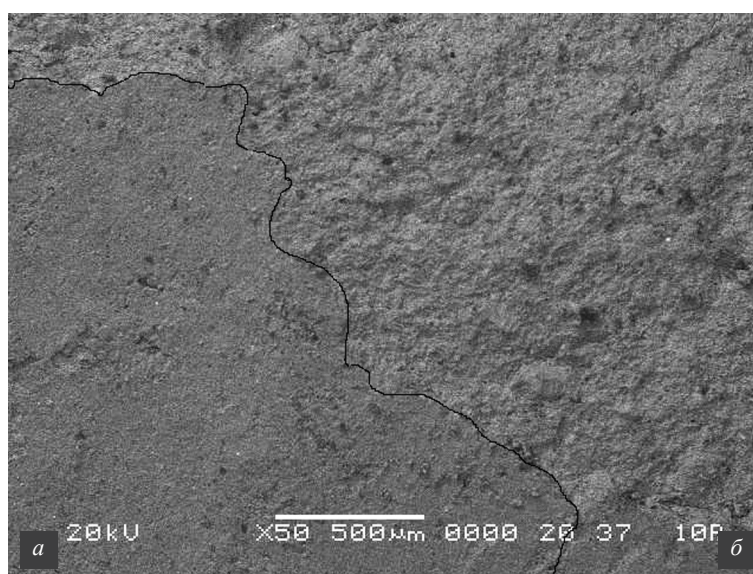


Рис. 3. Электронно-микроскопическое изображение поверхности обработанного (а) и не обработанного (б) гидрофобизатором участков поверхности образца

что гидрофобизация повышает показатели прочности при изгибе и сжатии кирпича на 4–6 %. Разработанный состав гидрофобизатора в равной степени эффективен для обработки поверхности других видов строительных материалов, в частности силикатного кирпича, бетона, асбестоцементных листов, тротуарной плитки. Влага не впитывается в образцы в течение длительного времени, а с обработанной поверхности бетона капли, имеющие практически правильную сферическую форму, вообще скатываются.

В результате исследований, проведенных согласно структуре развития кластера, приведенной на рис. 1, достигнуты поставленные цели: разработан состав бифункционального органоминерального раствора, нанесение которого на поверхность свежесформованного или высушенного кирпича предотвращает образование высолов, выцветов в процессе его обжига и эксплуатации, а также одновременно офактуривает поверхность, придавая ей красно-коричневый цвет [6]; разработан состав гидрофобизатора, нанесение которого на поверхность обожженных изделий обеспечивает необходимую водоотталкивающую способность, хорошую адгезию с керамической основой, заданный краевой угол смачивания при сохранении комплекса физико-химических свойств керамического кирпича [7].

Таким образом, современный подход к целенаправленному решению технологических задач, связанных с комбинированием иерархического моделирования и экспериментальных исследований, позволяет быстро, эффективно и логически обоснованно совершенствовать не только технологию получения строительных материалов, но и улучшать их качественные характеристики, повышая эксплуатационную надежность.

Литература

1. Дворцин М. Д., Юсим В. Н. Технодинамика: Основы теории формирования и развития технологических систем М.: Междунар. фонд истории науки «Дикси», 1993.
2. Вакалова Т. В., Погребенков В. М., Рева И. Б. // Строительные материалы. 2004. № 2. С. 30–31.
3. Материалы для борьбы с высолами и не только // Стройпрофиль. 2007. № 4. С. 46–47.
4. Бельский Е. Ф., Рискин И. В. Химия и технология пигментов. Л.: Химия, 1974.
5. Попов К. Н., Каддо М. Б. // Технологии бетонов. 2007. № 12. С. 1–4.
6. Патент № 14076 от 28.02.2011г. Состав для окрашивания поверхности керамических изделий / Беланович А. Л., Щукин Г. Л., Карпушенков С. А., Пищ И. В., Баранцева С. Е., Савенко В. П., Климош Ю. А.
7. Патент № 14234 от 30.04.2011г. Гидрофобизирующий и модифицирующий состав для обработки стеновых керамических материалов / Щукин Г. Л., Беланович А. Л., Карпушенков С. А., Пищ И. В., Радюкевич П. И., Баранцева С. Е., Савенко В. П.

I. V. PISHCH, Yu. A. KLIMOSH, S. E. BARANTSEVA, A. L. BELANOVICH

MODERN METHODS FOR IMPROVING AESTHETIC AND PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF CONSTRUCTION MATERIALS

Summary

The results are presented for studies on the use of modern hierarchical modeling methods to improve the aesthetic and performance characteristics of ceramic brick by treating the surface with organomineral coatings at the different stages of its production process.